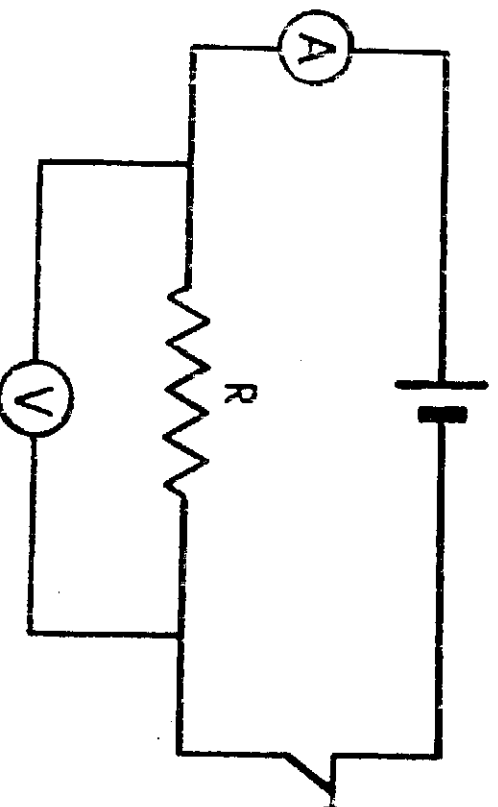


Instalação de Sistemas Fotovoltaicos

Capítulo 2



Regras Básicas de Corrente Contínua

2 CONCEITOS BÁSICOS DE ELECTRICIDADE APLICADOS NAS INSTALAÇÕES FOTOVOLTAICAS

Para entender a função do sistema foto-voltaico dos painéis solares, o sistema de acumulação de energia eléctrica nas baterias e a instalação eléctrica, é preciso ter conhecimento dos seguintes conceitos básicos e definições:

Corrente eléctrica

Definição: é o movimento das cargas eléctricas.

Existem dois tipos de corrente eléctrica: Corrente contínua e corrente alternada. A corrente mede-se em Amperes (A) e a letra usada em fórmulas é I.

Tensão eléctrica

Definição: é a força necessária para que haja movimento das cargas eléctricas.

A tensão mede-se em Volts (V) e a letra usada em fórmulas é U.

Corrente contínua

Definição: é a corrente em que as cargas se movem sempre no mesmo sentido. A designação da corrente contínua é: DC.

A instalação com os painéis solares e baterias é de corrente contínua.

Corrente alternada

Definição: é a corrente em que as cargas não se movem sempre no mesmo sentido. A designação da corrente alternada é: AC.

Produção de corrente

A produção de corrente eléctrica pode ser feita por um gerador ou por painéis solares, através do processo foto-voltaico.

Um gerador que produz corrente alternada tem a denominação de alternador, enquanto um gerador que produz corrente contínua tem a denominação de dínamo.

A produção de corrente contínua com painéis solares é explicada com mais pormenores no capítulo 3.

Conversão de corrente AC para DC e DC para AC

A corrente AC pode ser convertida em corrente DC através de um sistema de díodos. Este processo é denominado por rectificação

A corrente DC pode ser convertida em corrente AC através de um engenho electrónico. Este processo é denominado por inversão.

Em ambos dos processos há perdas de energia eléctrica.

Acumulação de corrente contínua

O componente utilizado para acumulação de corrente contínua é a bateria.

A bateria só pode receber carga em forma de corrente contínua, e pode fornecer uma determinada quantidade de corrente durante um determinado período.

Pormenores sobre as baterias são explicadas no capítulo 4.

Capacidade de acumulação numa bateria

A capacidade duma bateria pode ser medida em ampere horas (Ah).

Se uma determinada bateria tem a capacidade de 100 Ah, significa por exemplo, que a bateria pode alimentar uma lâmpada que consome uma corrente de 2 amperes durante 50 horas.

Potência

Definição: Potência Eléctrica é o produto da tensão e da corrente. A potência mede-se em Watts (W) e a letra usada em fórmulas é P.

Cálculo de potência

A fórmula para calcular potência eléctrica é:

$$P = U \times I$$

$$(Watt = Volt \times Ampere)$$

A figura 2.01 mostra o triângulo da fórmula de potência. Tape o valor que está a procurar para ver como calculá-lo.

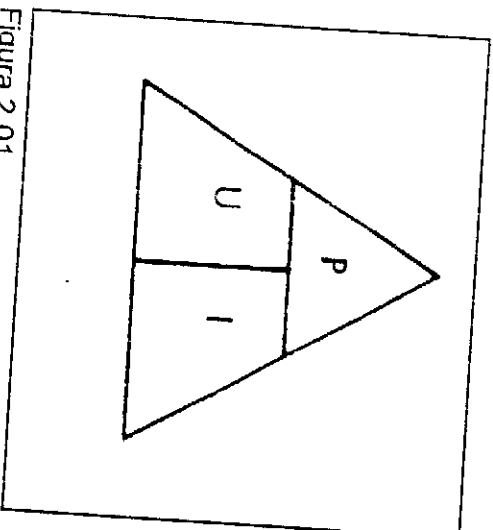


Figura 2.01

Energia eléctrica

Definição: energia é a potência fornecida, ou consumida numa unidade de tempo.

A energia mede-se em W/s (watt segundo), ou Wh (watt hora) ou kWh (kilowatt hora).

A fórmula para calcular energia eléctrica é:

$$E = P \times t$$

(Energia = Watt x Segundos)

Resistência

Definição: a resistência de tamanho de 1 Ohm, é a resistência que existe num condutor onde passa uma corrente de tamanho de 1 ampere, quando a perda de tensão é de 1 volt.

Resistência mede-se em Ohm (Ω) e a letra usada em fórmulas é R.

A lei de Ohm

A descrição da lei de Ohm pode ser expressa numa fórmula:

A resistência é igual à tensão dividida pela corrente, ou: a tensão é igual à corrente multiplicada pela resistência.

$$U = I \times R$$

(Volt = Ampere x Ohm)

A figura 3.01 mostra o triângulo da fórmula da lei de Ohm. Tape o valor que está a procurar para ver como calculá-lo.

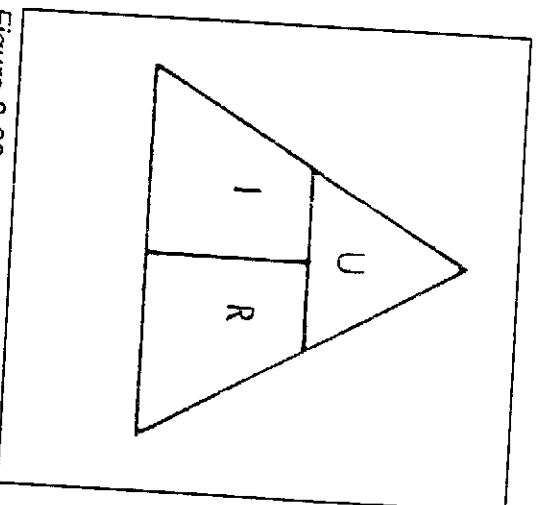


Figura 2.02

Instalações DC

Em instalações de corrente contínua (DC) os circuitos são em geral constituídos por dois condutores. Um condutor é o positivo (marcado + e/ou de cor vermelha), o outro é o negativo (marcado - e/ou de cor preta ou azul). Nas instalações com material fornecido por Neste-Naps o negativo sempre é de cor preta.

Resistência num condutor

Qualquer condutor de energia eléctrica tem uma resistência. Num condutor sólido a corrente eléctrica é um fluxo de electrões. Eles movimentam-se do pólo negativo para o pólo positivo através de um circuito.

Em dois condutores, de comprimentos diferentes, os electrões encontrarão maior dificuldade de deslocar-se naquele que tiver maior comprimento. Há mais “obstáculos” à passagem dos electrões. Quer dizer que a resistência é directamente proporcional ao comprimento do condutor.

Em dois condutores, de secções transversais diferentes, os electrões encontrarão maior dificuldade de deslocar-se naquele que tiver menor secção transversal. Os electrões têm menor facilidade em passar em igual número, a mesma unidade de tempo, naquele que for mais estreito. Então, quanto maior for a área da secção do condutor, menor será a resistência. Significa uma dependência inversamente proporcional.

Resistividade

Os electrões encontram maior oposição ao seu movimento nuns condutores de um tipo de material do que noutros de material diferente. Assim a resistência de um condutor depende do material do qual é feito. Normalmente escolhemos cobre para os condutores nas instalações de baixa tensão, uma vez que é o material que oferece menos resistência.

O valor da resistência dos materiais para condutores é denominado por resistividade.

A resistividade de um material é a resistência eléctrica de um condutor desse material, de comprimento unitário e área da secção unitária. A resistividade do material designa-se pela letra grega ρ (ró).

A unidade de ρ é ohm por metro multiplicado com a secção transversal do condutor em mm^2 .

A tabela em seguida indica a resistividade de alguns materiais:

$$\rho = \frac{R \cdot A}{L} = \frac{100 \cdot 10^{-6}}{100} = 10^{-6} \frac{\Omega \cdot m}{m}$$

VALORES DE RESISTIVIDADE	
Material	Resistividade ρ
Cobre	0,017
Alumínio	0,028
Volfrâmio	0,055
Ferro	0,100

Por último resta saber que a resistividade aumenta quando a temperatura aumenta. A tabela em seguida indica os valores da resistividade do cobre em relação à temperatura.

Em geral a resistividade aumenta-em 0,4 % com o aumento de um graus célcus.

RESISTIVIDADE EM FIOS DE COBRE	
Temperatura	Resistividade ρ
20° c	0,0175
25 °c	0,0179
30 °c	0,0182
35° c	0,0186
40 °c	0,0189
45 °c	0,0193
50 °c	0,0196

Fórmula para calcular a resistência de um condutor

Tomando em consideração que a resistência num condutor de cobre depende do seu comprimento, da sua secção transversal e da temperatura, podemos dizer que:

A resistência num determinado condutor é igual à resistividade multiplicado pelo comprimento do condutor dividida pela secção transversal do mesmo condutor:

$$R_{\text{cond}} = \rho \times \frac{c}{q}$$

onde:

R_{cond} = resistência total do condutor em Ohm

ρ = o valor da resistividade

c = comprimento do condutor em metros

q = a secção transversal do condutor em mm².

Quedas de tensão em cabos

O valor da resistência total do condutor tem sobretudo interesse para se saber qual é a queda de tensão que vamos ter num determinado condutor numa determinada instalação.

Aplicando a lei de Ohm podemos dizer que a queda de tensão num determinado condutor é igual à corrente multiplicada pela resistência total do condutor.

$$\Delta U = I \times R_{\text{cond}}$$

onde:

ΔU = queda de tensão em volts

I = corrente em amperes

R_{cond} = resistência total do condutor em (Ω)

Curto circuito

Numa instalação de DC, há um curto circuito quando um fio condutor positivo entra directamente em contacto com o negativo (com massa).

A resistência é praticamente nula e segundo a lei de Ohm a corrente pode subir até ao máximo, com grande perigo de danificar a instalação eléctrica, inclusive a bateria, e com perigo de incêndio.

Para evitar isto é necessário que todos os condutores positivos estejam devidamente isolados e fixos.

Resistências ligadas em série

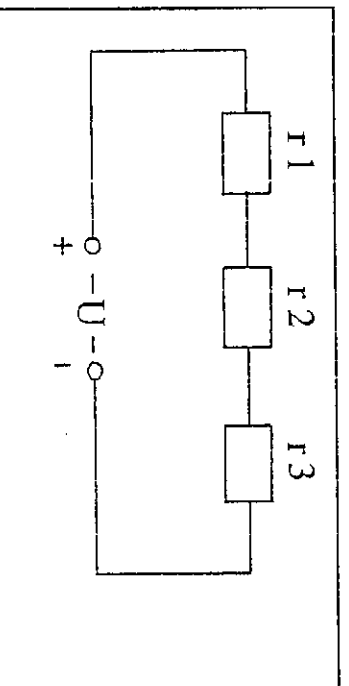


Figura 2.03

Num circuito eléctrico em que as resistências estejam ligadas em série, como apresentado na figura 2.03, podemos calcular o valor total da resistência através da fórmula:

$$R = r1 + r2 + r3$$

Resistências ligadas em paralelo

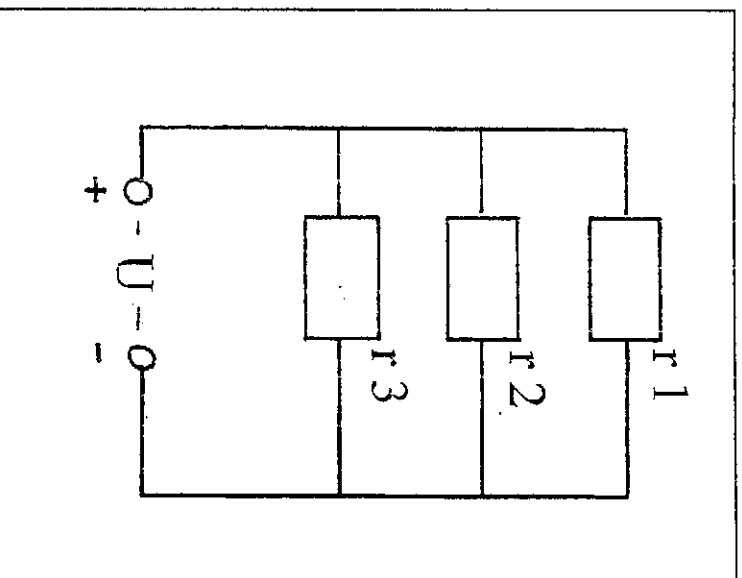


Figura 2.04

Num circuito eléctrico em que as resistências estejam ligadas em paralelo, como apresentado na figura 2.04, podemos calcular o valor total da resistência usando a fórmula:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r1} + \frac{1}{r2} + \frac{1}{r3}$$

Baterias ligadas em série

Quando se ligam baterias em série, soma-se a tensão de cada bateria e mantém-se a mesma corrente. (ver figura 2.05)

O circuito da figura 2.05 tem duas baterias de 12 V e 100 A cada, ligadas em série.

A tensão do circuito fica 24 V, e pode fornecer até 100 A.

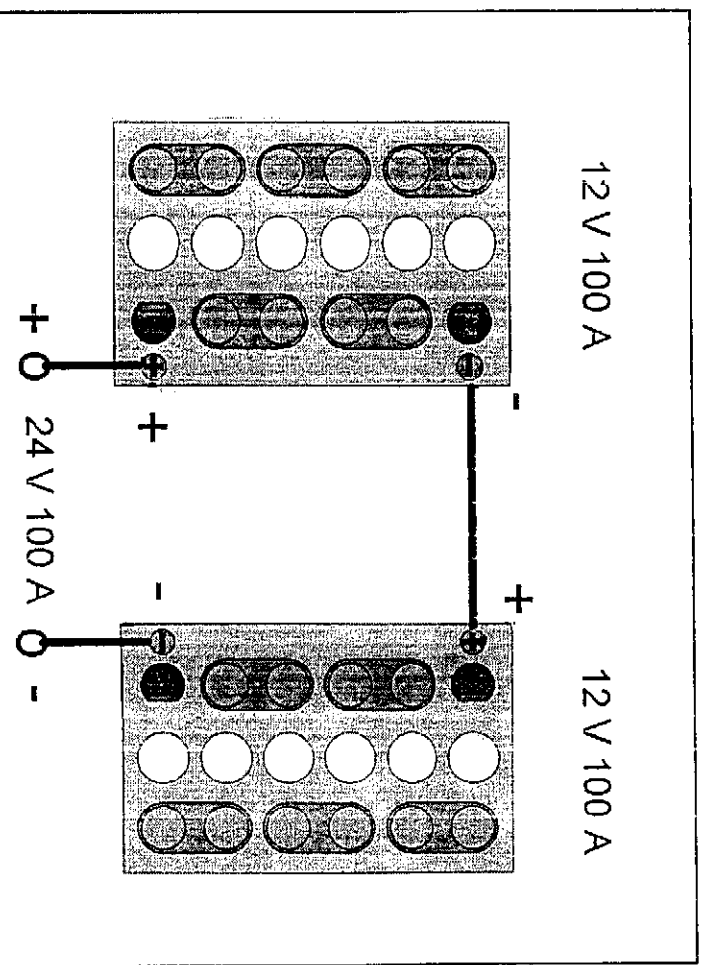


Figura 2.05

Encontre dois canais de alumínio compridos da estrutura de suporte B (ver figura 7.03).

Deite-os, cruzando as placas com os lados abertos dos canais virados um para o outro (ver figura 7.05)

Usando parafusos de 6mm, porcas e anilhas (C), prenda os dois canais nas estruturas das placas (ver figura 7.06)

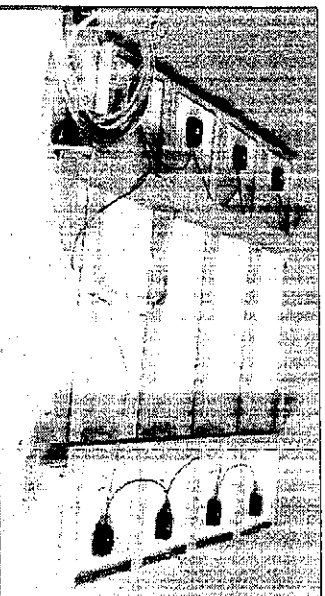


Figura 7.05



Figura 7.06

Use uma chave de fenda para abrir os fechos das coberturas das caixas terminais (ver figura 7.07)

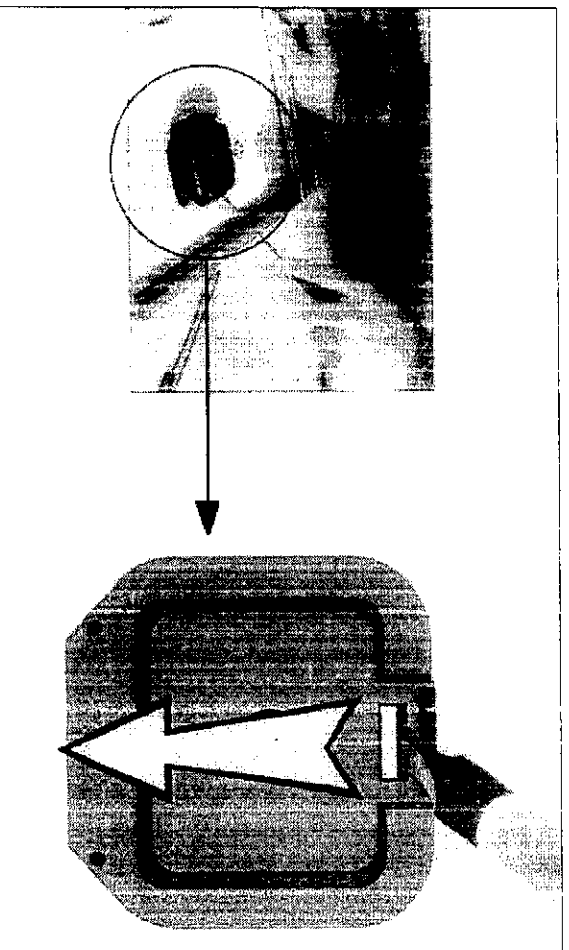


Figura 7.07

Remova as coberturas com o dedo apenas. Desmonte o parafuso da terminal até a tampa da terminal estar solta (ver figura 7.08).

Descasque as pontas do cabo flexível para a interligação da placa em cerca de 500mm e dispa as terminais de cada extensão em 15mm. Use esses cabos para unir as terminais (ver figura 7.09).



Figura 7.08



Figura 7.09

Por cada caixa terminal, passe o cabo pelo material isolador e passe por baixo do prato da terminal do parafuso (ver figura 7.10).



Figura 7.10

Aperte os parafusos em cada caixa terminal para segurar o fio com firmeza (ver figura 7.11) Aplique toda a proteção e suspensão do cabo.

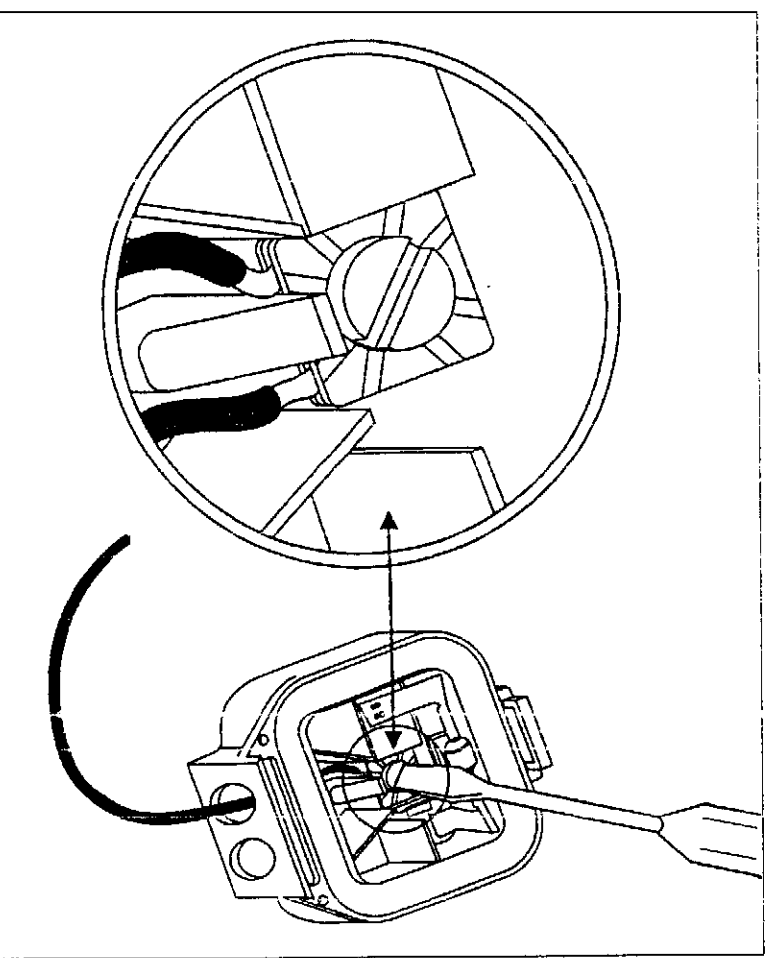


Figura 7.11



Figura 7.12

Por fim ligue o cabo exterior do painel.

Dispa o cabo de maneiras a dar 700mm de fio descascado.

Fio vermelho para +, fio azul para - (ver figura 7.12 e 7.13)

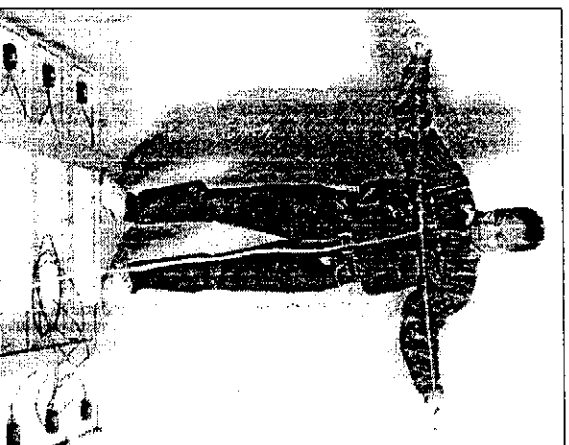


Figura 7.13

Enfie os cabos no engenho de suspensão do cabo, e meta nas caixas de junção como feito anteriormente. (ver figura 7.14)

Prenda o cabo à estrutura da placa.

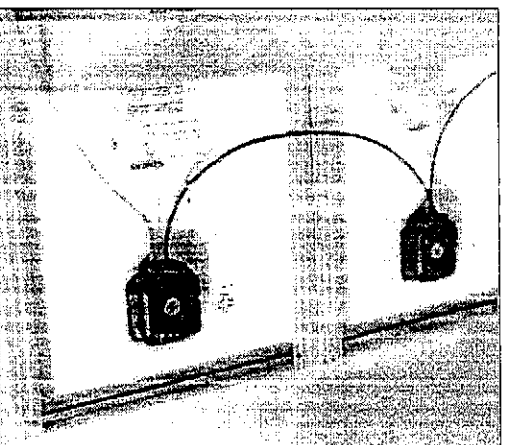


Figura 7.14

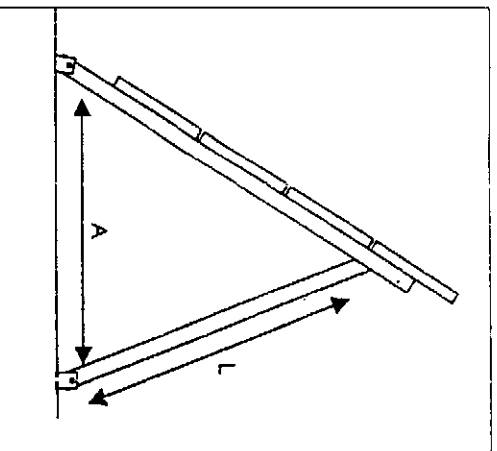


Figura 7.15

Estabeleça o valor requerido de separação dos pés (dimensão A) e o comprimento L para as pernas ajustáveis da base do suporte.

Os valores de "A" e "L" serão informados na altura da montagem (ver figura 7.15)

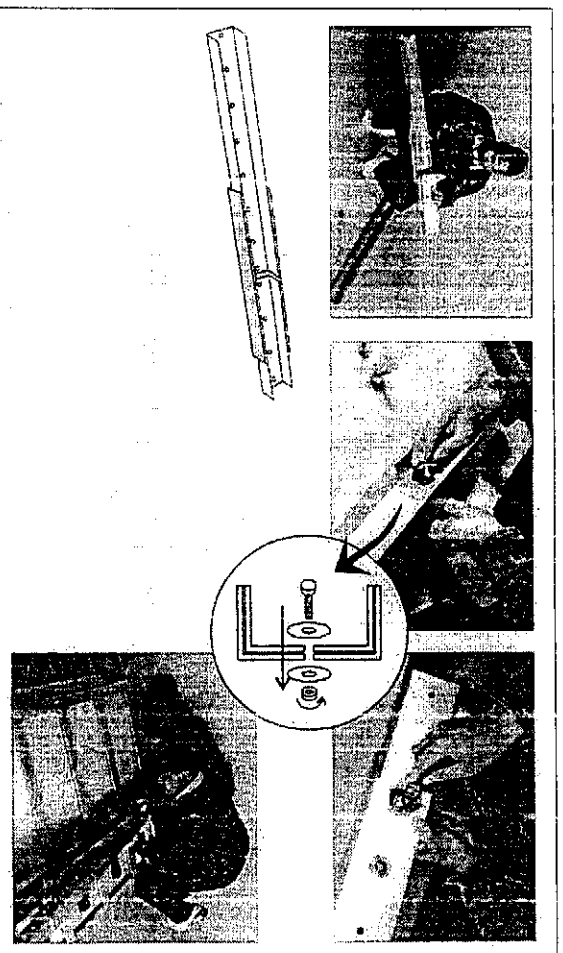


Figura 7.16

Para a montagem no terreno, faça 4 pontos para a ancoragem dos pés de acordo com as ilustrações apresentadas nas próximas páginas. Junte o pé ao fim da base do canal, juntando os canais curtos de alumínio ao pares para o requerido comprimento (ver figura 7.16).

Fixe os pontos de ancoragem usando os próprios parafusos, levante a terminal livre das placas solares e fixe as pernas de suporte usando porcas e parafusos estabelecendo a forma de estrutura como mostra a figura.

7.4 Montagem do painel solar

O aparelho solar deve ser posicionado de forma a receber a quantidade máxima de raios solares possível.

Escolha uma posição afastada das árvores e de objectos grandes que possam fazer sombra ao aparelho. Mesmo uma pequena sombra em apenas um célula solar pode afectar o rendimento de todo o aparelho.

Certifique-se que o seu método de montagem é:

- suficientemente forte para suportar a força dos ventos
- seguro e justo (a não se poderá torcer por forças aplicadas nas placas)
- acessível a fácil limpeza.

Assegure-se de que a parte traseira do painel se pode manter arrefecida pelo ar livre que passa, e se o ângulo de inclinação e orientação do painel está correto. O painel deve ser virado para o Norte.

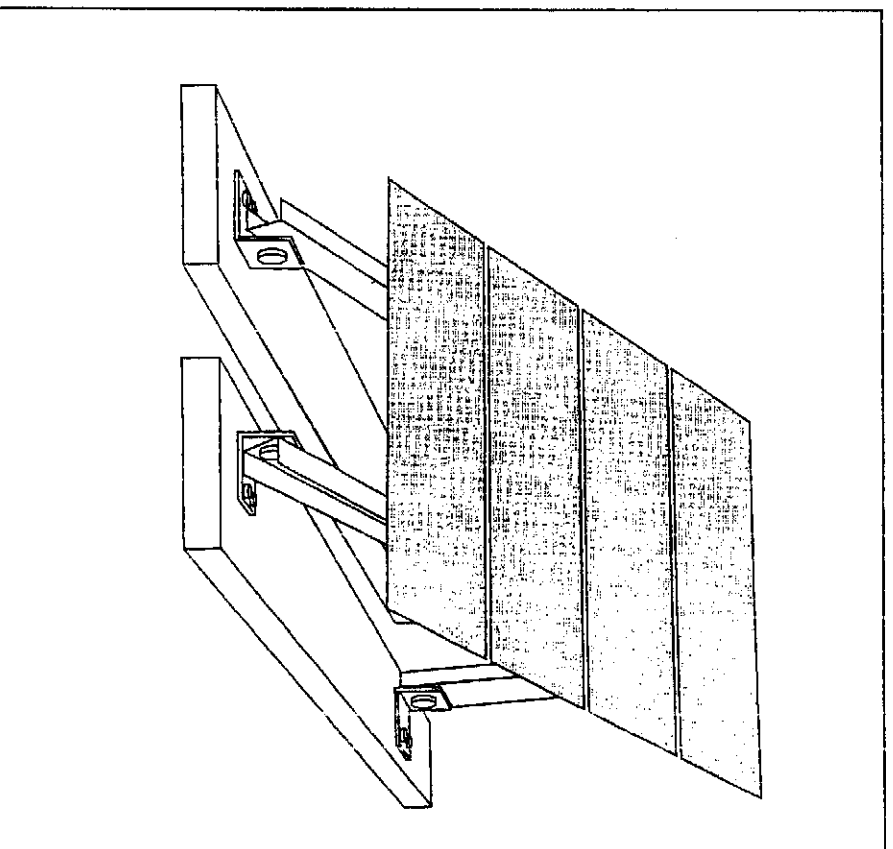


Figura 7.17

7.5 Ligação da unidade de energia

A sequência correcta, é a seguinte:

- Diminua os cabos do painel e da carga até ao comprimento desejado.
- Verifique o tipo de bateria e ligue-a.
- Ligue o contador e confirme a voltagem da bateria
- Coloque a tampa do aparelho e teste o mesmo.
- Ligue a carga e confirme a operação.

7.5.1 Diminuição dos cabos do painel e de carga até ao comprimento desejado

Identifique o cabo com a ficha para o painel solar, e o cabo com a ficha para a carga.

As tomadas do painel e da carga podem ser identificadas como vem indicado na figura 7.18.

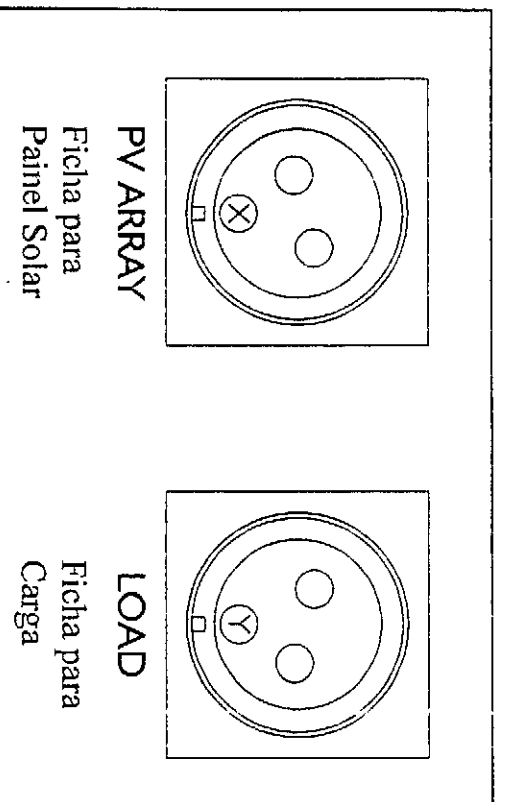


Figura 7.18

Diminua o comprimento e prepare os cabos pela medida requerida.

Evite um comprimento dos cabos em excesso aquando da ligação do painel solar à unidade de energia, e da unidade de energia à carga.

O comprimento máximo recomendado do cabo entre o painel solar e a unidade de energia é de 10m, o que vai resultar numa queda de tensão de 0,5 volt.

O comprimento máximo recomendado do cabo de carga é de 2 metros por 30 Amperes de corrente. Para uma orientação mais detalhada e completa veja a tabela abaixo.

Para cabo de 6mm ²	Comprimento máx. do cabo, em metros (queda de tensão de 0,5 Volt)						
Corrente em Amperes	3	6	10	15	20	25	30
Cumprimento do cabo em metros	24	12	7	5	4	3	2

Na determinação do comprimento necessário do cabo entre o painel e a unidade de energia aumenta-se 0,7 m extra no fim do cabo para o painel, no lado que deve ser ligado ao painel. Depois separe os dois fios do cabo. Isto vai permitir a ligação dos cabos às caixas de junção das placas solares.

7.5.2 Verificação do tipo de baterias

O controlador da unidade de energia tem dois modos para o controlo dos diferentes tipos de baterias, um para baterias seladas e outra para baterias não seladas (Vented Pb-acid). Baterias não seladas é o tipo de baterias que necessitam do acréscimo de água destilada durante o seu tempo de vida, e é o tipo de baterias usadas nesta montagem.

O controlador já está preparado para o uso de baterias não seladas, e não necessita de qualquer afinação antes de entrar em funcionamento.

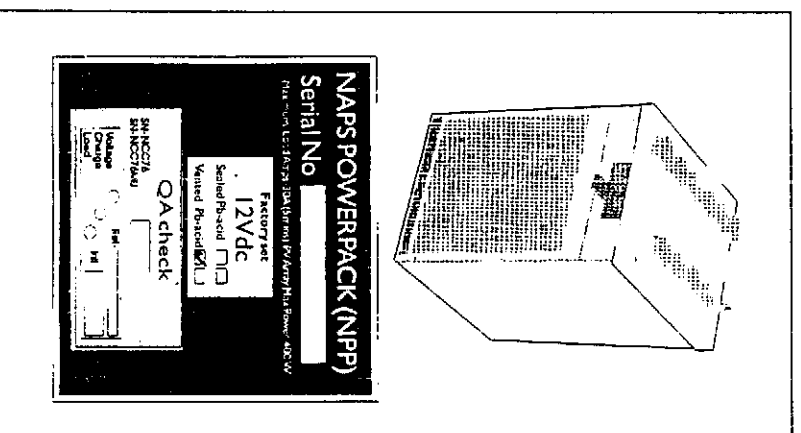


Figura 7.19

O que é muito importante antes de ligar as baterias, é verificar se o interruptor do circuito na unidade de energia está na posição desligado (posição "OFF").

7.5.3 Ligação das baterias

As placas solares podem apenas produzir electricidade durante o dia.

Entretanto o sistema deve funcionar da mesma maneira de noite e durante os dias de mau tempo, o que significa que a energia tem que ser armazenada em baterias.

São fornecidas duas baterias, do tipo não selado, cada uma de 12 volts e 100 Ah. Estas precisam de estar ligadas em paralelo para a unidade de energia.

As baterias têm tampas para enchimento e ventilação. Elas têm carga seca e placas tubulares de tipo de chumbo e ácido. Deve-se acrescentar cuidadosamente ácido sulfúrico para activa-las .

O ácido é fornecido à parte. Para encher as baterias de ácido, consulte a instrução no capítulo 4 deste manual.

Para ligar as baterias em paralelo, veja a figura 7.20

Antes de começar a ligação da bateria:

- 1) Verifique as voltagens das baterias independentemente, usando o voltímetro. Elas devem ter tipicamente uma tensão de 12,0-12,8 volts.
Se uma bateria estiver abaixo dos 12,0 volts, ou tiver uma diferença de 0,5 V, ou mais, em relação à outra bateria, a bateria com a voltagem baixa deve ser recarregada pelos painéis solares antes de prosseguir.
- 2) Ligue o sensor de temperatura à terminal positiva da bateria (1).
- 3) Ligue as baterias em paralelo através dos cabos de interligação de cor preta,(+) para (+) e (-) para (-). (2)
- 4) Verifique que o interruptor do circuito na unidade de energia está na posição desligado (posição "OFF").

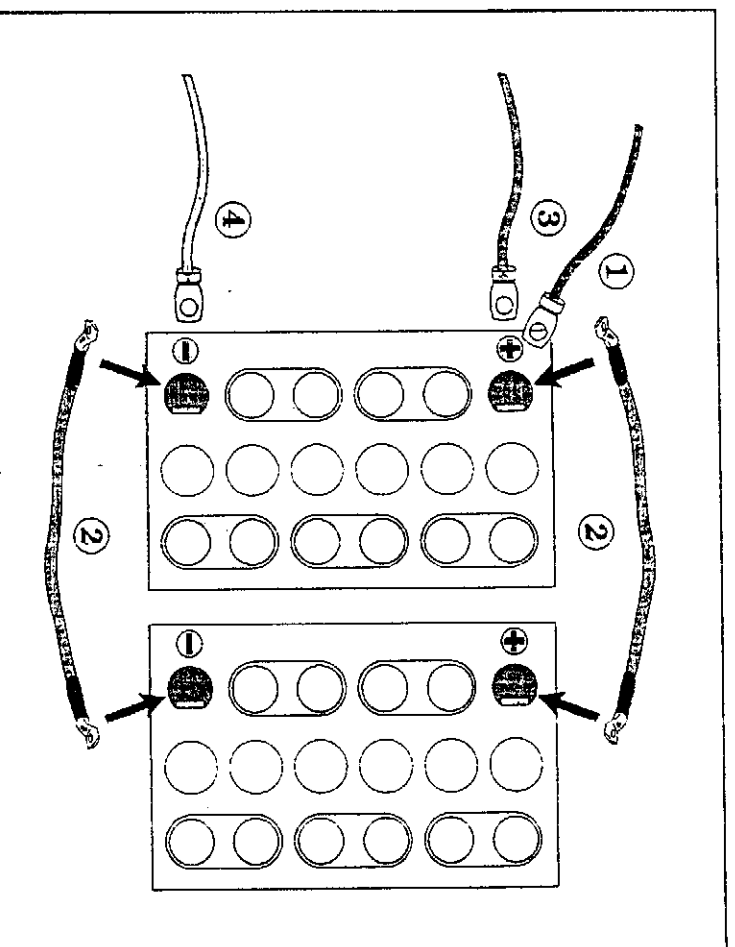


Figura 7.20

- 5) Ligue os cabos de controlo, vermelho (3) para (+) e azul (4) para (-). Aperte as porcas, os parafusos e as anilhas e confirme o aperto dos terminais
- 6) Finalmente aplique massa lubrificante para proteger os terminais das baterias.

7.5.4 Ligação do multimetro NCC76MU, e verificação da tensão das baterias

A ficha do multimetro deve ser ligada à tomada do topo no lado da caixa de controlo. Assegure que a ficha foi correctamente localizada, pressionando-a para baixo e empurrando ao mesmo tempo.

Verifique as voltagens das baterias ligadas separadamente utilizando o multimetro. Deve estar entre 12,0 e 12,8 v (ver figura 7.21).

Se a voltagem da bateria ligada não estiver entre 12,0 e 12,8 volts, volte a verificar todas as ligações dos cabos e verifique o tipo de bateria. Confirme o aperto de todos os cabos e terminais.

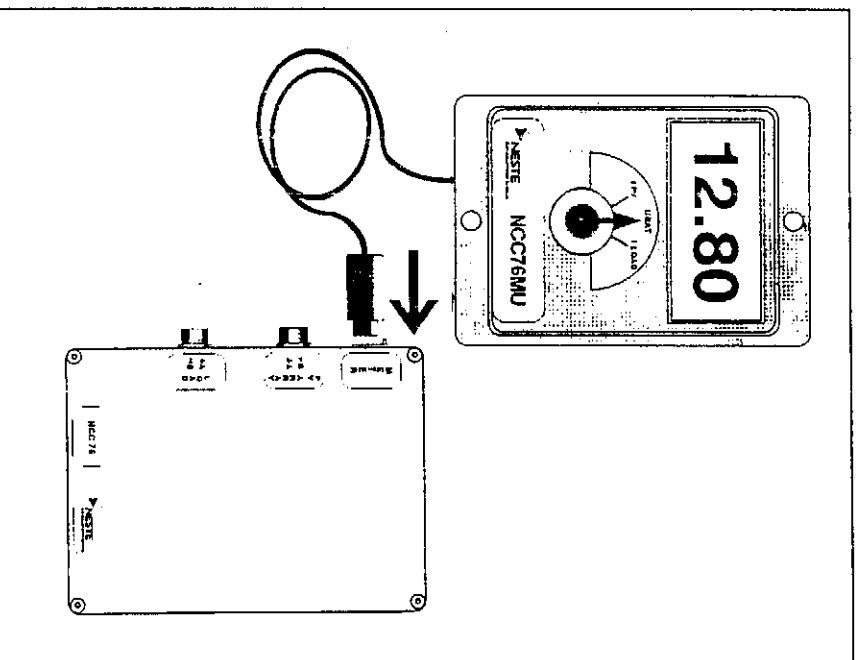


Figura 7.21

Ligue o interruptor do circuito para a posição "ON".

Confirme a voltagem da bateria já ligada com a instalação, seleccionando a posição "UBAT" no multímetro.

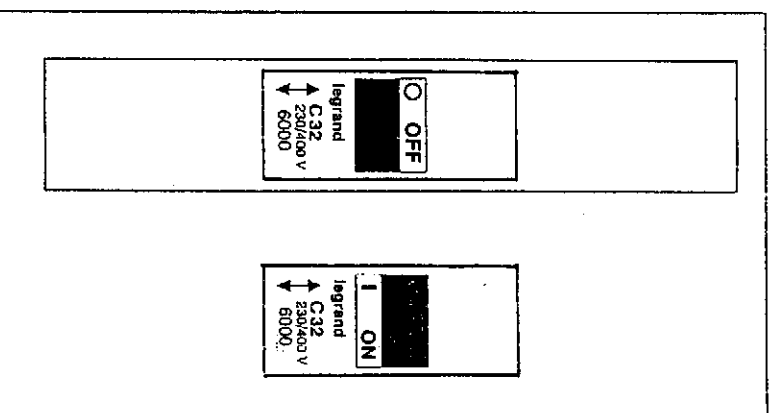


Figura 7.22

7.5.5 Ligação e teste do painel solar

Verifique se o interruptor está na posição "ON"

Ligue o cabo do painel solar à tomada da caixa de controle na parte lateral da mesma caixa e feche. A ficha deve ser empurrada com firmeza, e depois roda-se o anel roscado no sentido de fechar. Repita essa sequência duas ou três vezes para ter certeza de que a ligação é correcta e fixa. (ver figura 7.23)

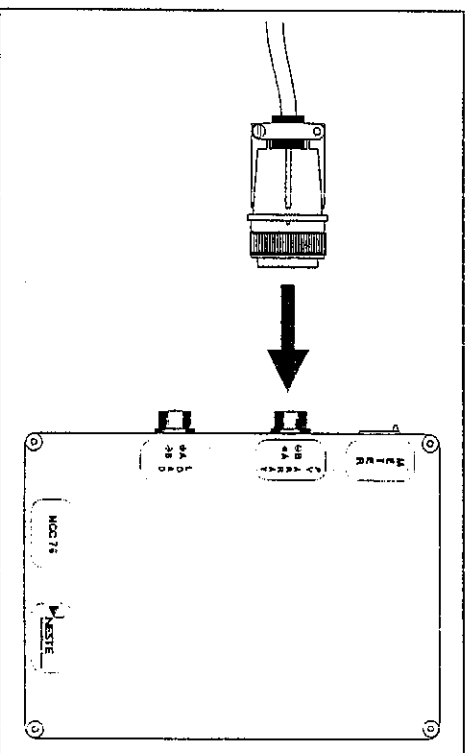


Figura 7.23

No multímetro, mude o seleccionador rotativo para a posição de medição de corrente proveniente do painel solar ("I PV") (ver figura 7.24).

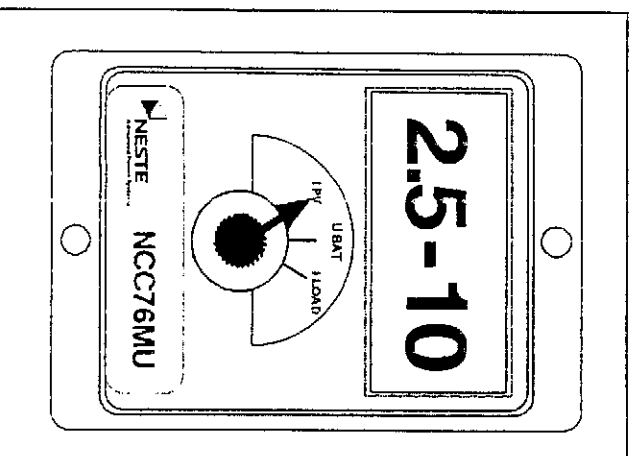


Figura 7.24

Este teste deve ser feito quando o céu está limpo e o nível do brilho do sol é quase constante, com o objectivo de verificar se todas as instalações dos cabos do painel estão correctas, e de que não há nenhuma componente com deficiências.

A corrente proveniente do painel solar, deve ser de entre 2 e 3 amperes por cada placa no painel, num dia com o céu aberto e com o painel virado para o sol. A corrente será significativamente menor com o céu coberto, e quando estiver para escurecer.

Se estiver a suspeitar de alguma falha na instalação, desligue cada placa no painel solar, uma por uma, e faça um teste com o multímetro, ambos de cada placa que vai desligar, e das placas permanentes do painel.

A voltagem do circuito aberto de cada placa, e do painel, deve ser superior a 15 volts. As leituras de corrente de cada painel devem ser aproximadamente equivalentes. Se uma placa fornecer uma corrente e uma voltagem do circuito aberto significativamente baixo, pode-se concluir que a placa é defeituosa.

7.5.6 Comissionamento das baterias

Agora submeta as baterias para serem carregadas até que a leitura de corrente no multímetro baixe até zero (0). Quando a leitura chega a zero (0) significa que as baterias estão totalmente carregadas, e que o controlador está operacional.

Isto pode ser alcançado durante um período de dias ou horas. Se estiver a levar um longo período de tempo, deve iniciar um controlo da voltagem, com uma medição por cada hora, ou por cada duas em duas horas, para controlar um pequeno aumento da tensão. A tensão deve aumentar aos poucos.

A caixa com as baterias deve estar instalada num local o mais fresco possível. As baterias nunca podem ser directamente atingidas por raios solares.

7.5.7 Ligação de carga

Certifique-se que o circuito de carga está ligado com a ficha de carga de forma correcta (o cabo cinzento é positivo e o cabo preto é negativo) e que o disjuntor está na posição desligado ("OFF"). Verifique que a carga ligada está dentro dos limites do controlador NCC76.

Agora ligue a ficha de carga à tomada de carga no controlador, da mesma maneira que a ficha do painel. Ligue a carga, posicionando o disjuntor na posição "ON".

7.6 Controlo e verificação da operação da unidade

Quando a carga está ligada, o consumo pode ser verificado com o multimetro, mudando o seleccionador rotativo para a posição de leitura de corrente de carga ("I LOAD") (ver figura 7.25)

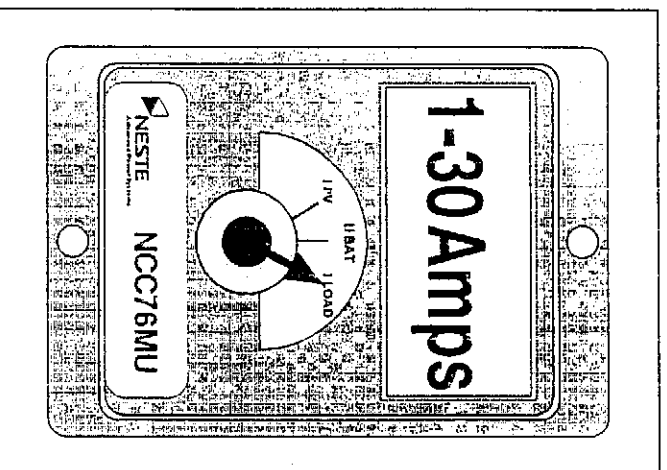


Figura 7.25

Se a carga não funcionar, tente mudar o interruptor do circuito para a posição "OFF" e para a posição "ON" duas ou três vezes. Se a carga ainda não estiver a funcionar verifique se todas as ligações estão e ligadas na maneira própria.

Se as cargas continuarem a não funcionar, volte a verificar a voltagem da bateria. Se a voltagem detectada for baixa, as baterias podem estar num estado de descarregadas. Quando as baterias não têm carga, o interruptor de baixa voltagem entra em funcionamento, e desliga a carga.

Neste caso submeta a bateria à recarga total, antes de ligar a carga de novo.

Importante:

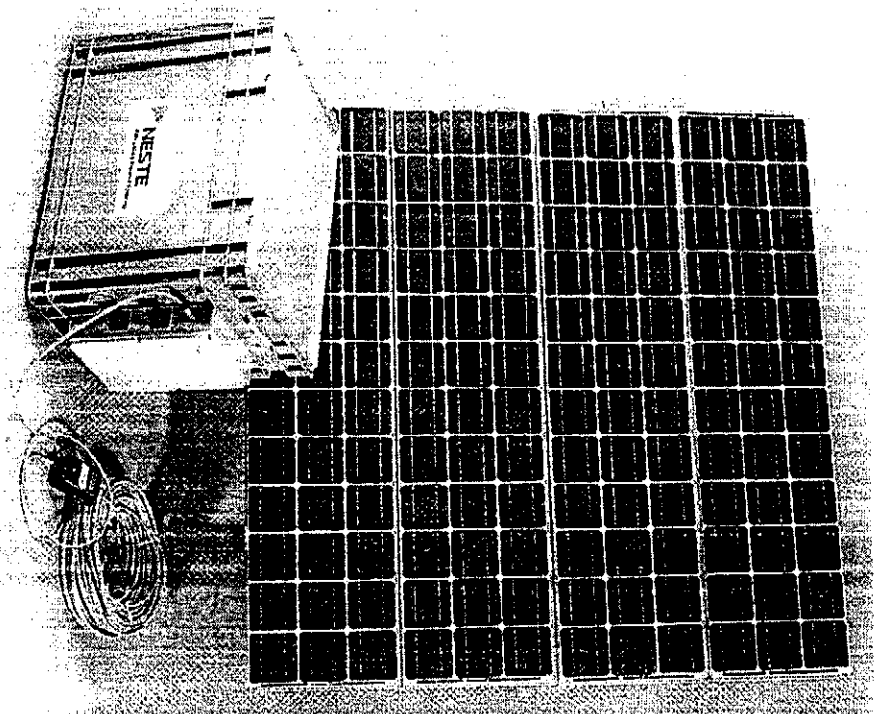
Se a interrupção da carga foi originada pelo estado de baixo carregamento das baterias, ou devido a baterias defeituosas, significa que não há corrente para consumo, antes que as baterias estejam completamente carregadas. Isto é necessário para proteger a vida das baterias.

PONTOS PARA LEMBRAR

A instalação é unicamente para os componentes de 12 volt DC.
O rendimento do sistema depende dos condições do tempo.
A vida das baterias depende do ciclo de carregamento, da sua temperatura, e de uma manutenção apropriada.

Instalação de Sistemas Fotovoltaicos

Capítulo 7



Instruções de Montagem

7.1 Introdução para o Trabalho de Montagem

Antes de começar o trabalho pode-se resumir a sequência do Trabalho de Montagem, que é a seguinte:

- 1 Verificar o equipamento.
- 2 Juntar as placas solares.
- 3 Montar o painel solar.
- 4 Ligar a unidade de energia eléctrica
 - Preparar cabos
 - Confirmar o tipo de bateria
 - Ligar as baterias
 - Ligar a unidade de medição
 - Ligar e ensaiar o painel
 - Por as baterias em funcionamento
 - Ligar a carga.
- 5 Controlar e confirmar a operação da unidade.

7.2 Lista de Verificação (ver figura 7.01)

- A Placas solares.
- B Estrutura de suporte.
- C Unidade NAPS Power Pack, com a unidade de controlo NCC 76, e uma unidade de medição que é destacável.
- D Duas baterias de 12/100Ah.
- E Cabos de interligação das baterias.
- F 50 metros de cabo, 2x6mm², incluindo fichas especiais.
- G Cabo de ligação interna dos painéis solares.

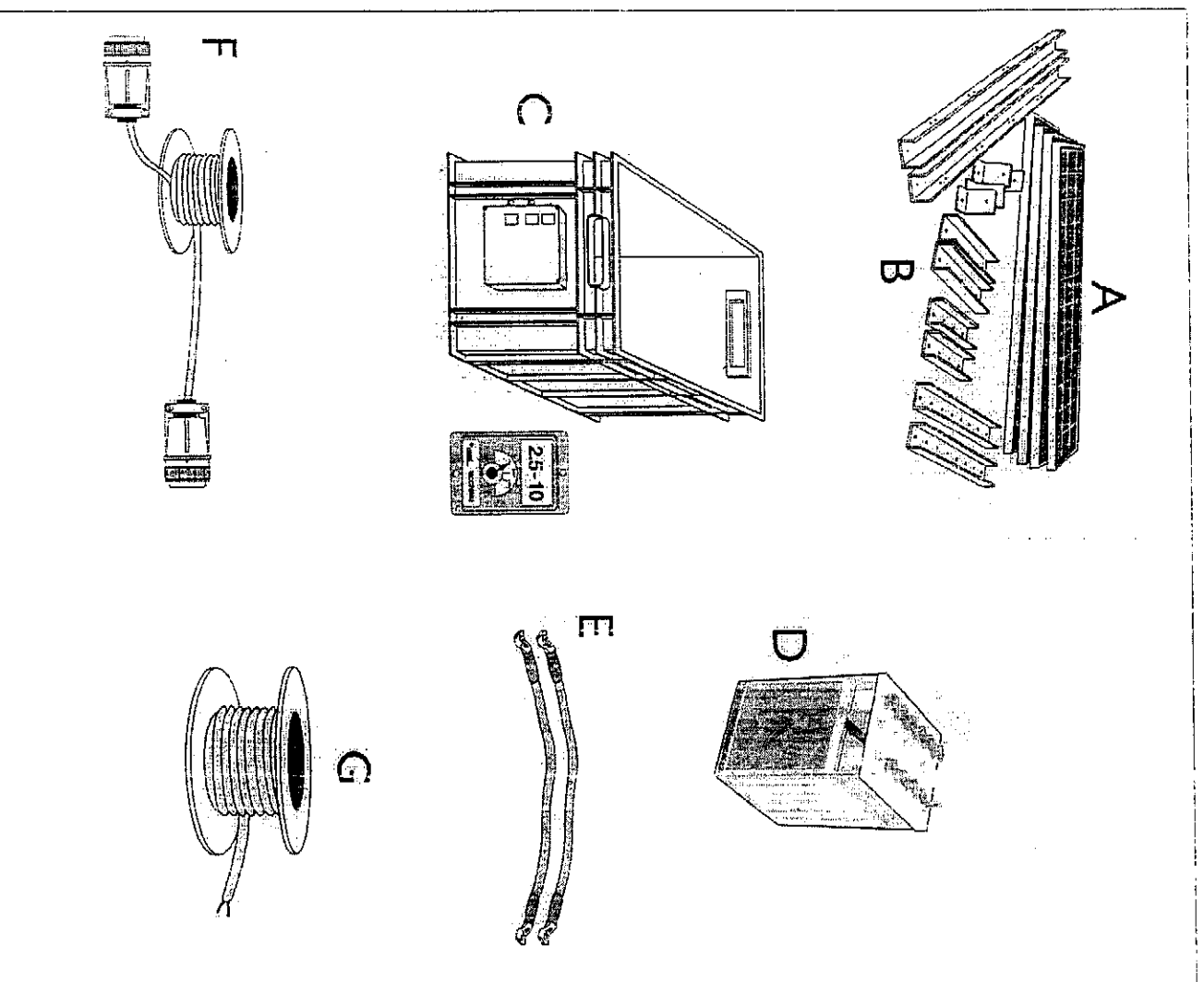
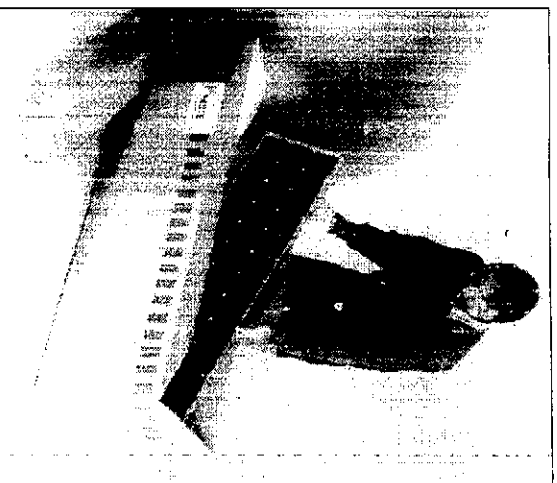


Figura 7.01

7.3 Montagem das Placas Solares



Retire as placas solares das suas embalagens e deite-nas lado a lado por cima das embalagens vazias com a face frontal envidraçada virada para baixo. Veja se o vidro está protegido da danificação. (ver figura 7.02)

Tome cuidado:

Uma placa solar com vidro partido não pode ser reparada e não pode ser usada

Figura 7.02



Figura 7.03

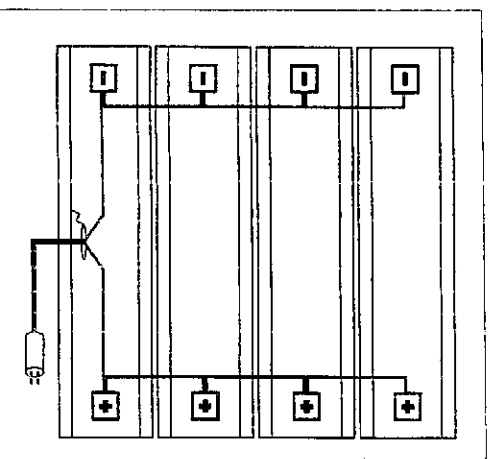


Figura 7.04

Ordene as placas solares de forma a que as caixas terminais estejam como no diagrama na figura 7.04, caixas positivas de um lado, e caixas negativas do outro lado.

	Página
2	
Fórmula para calcular a resistência de um condutor	7
Quedas de tensão em cabos	7
Curto circuito	8
Resistências ligadas em série	8
Resistências ligadas em paralelo	9
Baterias ligadas em série	10
Baterias ligadas em paralelo	11
Painéis solares ligados em série ou em paralelo	12
3	
Painéis Solares	
3.1 Princípio de funcionamento de células fotovoltaicas	1
3.2 Os painéis solares da NESTE-NAPS	6
3.3 Sistemas de energia eléctrica com painéis solares	8
4	
Baterias	
4.1 Instrução de enchimento de baterias secas carregadas	1
4.2 Instrução de segurança	4
4.3 O funcionamento de baterias	5
4.4 Baterias TUDOR SGF	8
4.4.1 Instalação e comissionamento	8
4.4.2 Operação	14
4.4.3 Manutenção	17
4.4.4 Instrução de segurança	18
4.4.5 Ficha técnica	19
4.4.6 Causas de falhas e acções correctivas	20

5 Unidade de controlo de carga e de tensão

5.1	Instruções de instalação e operação	1
5.2	Regras a observar	1
5.3	Especificações do controlador de carga NCC76	1
5.4	Diagrama do NCC76	2

6 Diagramas de instalação

6.1	Divisão das instalações	1
6.2	Esquema da instalação eléctrica no posto de saúde	2
6.3	Esquema da instalação eléctrica na casa dos funcionários	3

7 Instruções de montagem

7.1	Introdução para o trabalho de montagem	1
7.2	Lista de verificação	2
7.3	Montagem das placas solares	4
7.4	Montagem do painel solar	9
7.5	Ligação da unidade de energia	10
7.5.1	Diminuição dos cabos	10
7.5.2	Verificação do tipo de baterias	11
7.5.3	Ligação das baterias	12
7.5.4	Ligação do multímetro NCC76MU	13
7.5.5	Ligação e teste do painel solar	15
7.5.6	Comissionamento das baterias	16
7.5.7	Ligação de carga	16
7.6	Controlo e verificação da operação da unidade	17

8 Localização e solução de problemas

Localização e solução de problemas 1

9 Manutenção preventiva do sistema

Manutenção preventiva do sistema 1

10 Exercícios

3 Painéis Solares

3.1 Princípio de funcionamento de células fotovoltaicas

A conversão directa da energia radiante solar em corrente eléctrica, é realizável mediante o efeito fotovoltaico, que consiste na geração de uma diferença de potencial eléctrico por interacção de um fluxo de energia radiante com a matéria.

Por outras palavras, a célula fotovoltaica, ou solar, funciona segundo o princípio de que os fótons incidentes, colidindo com os átomos de certos materiais, provocam uma excitação dos electrões, carregados negativamente. Se estes electrões forem capturados antes de retornarem aos seus orbitais atómicos, podem ser aproveitados, livres, como corrente eléctrica. As lacunas criadas quando os electrões se deslocam, são cargas positivas, e conduzem a corrente eléctrica através da ligação positiva-negativa na célula fotovoltaica.

Para a produção de células fotovoltaicas, empregaram-se vários materiais, como por exemplo, selênio, óxido de cobre e silício.

Data, porém, de 1954 a produção, pela companhia americana Bell, de células de silício de alto rendimento.

Nestas células, ao silício (um dos materiais mais difusos na Terra), acrescentam-se pequenas quantidades de outros elementos. A secção central da célula é uma fina película de silício à qual acrescentam-se traços (cerca de uma parte por milhão) de um elemento da quarta coluna da tabela periódica (habitualmente o arsénio). A parte externa é constituída, entretanto, de silício com a adição de um elemento da terceira coluna do sistema periódico (como boro, alumínio, ou gálio).

O silício, dopado de arsénio, se comporta-se como semicondutor do tipo *n*.

Pelo efeito dos fótons incidentes, um electrão de carga negativa, destaca-se de um átomo de arsénio e fica livre para mover-se, deixando na estrutura cristalina de silício, um átomo de arsénio carregado positivamente.

Analogamente, do átomo de boro destaca-se uma lacuna, ou carga positiva, abandonando no silício um átomo de boro carregado negativamente.

O "wafer" de silício pode ter uma espessura de 0,3mm. Quando esta é atingida pela luz, perto da junção, cria-se uma dupla electrolítico-buraco. Ligando-se um condutor a cada uma das camadas " p " e " n " e fechando o circuito, os electrões passam do lado dopado de arsénio do lado dopado com boro, onde se combinam com as lacunas. No circuito temos, pois, uma circulação de corrente.

Usamos acima a classificação "células de alto rendimento", isto, porém não deve ser mal interpretado. Considerações teóricas, (que aqui não serão examinadas) baseadas no salto de energia entre a faixa de condução e a de valência do material empregado, estabelecem em 22% o limite superior do rendimento energético das células a silício e em cerca de 26% as de arsenieto de gálio, operando a 20°C.

Na prática, com células de silício, chega-se a um rendimento de 12 a 14%, e isto em consequência do efeito de reflexão sobre a superfície, não permitindo a absorção completa da radiação (devido ao facto de as células serem sensíveis apenas a uma parte do espectro da radiação solar, da resistência interna das células e outros factores secundários.

O rendimento é decisivamente inferior ao dos painéis solares utilizados para o aproveitamento térmico da energia solar.

Por outro lado, dizemos que com as células fotovoltaicas se obtém energia eléctrica, muito mais valiosa que a energia térmica, e utilizável para fins mais refinados.

No que concerne aos custos de instalação, observe-se que, se bem que o silício, depois do oxigénio, seja o elemento mais difuso na Terra, as células de silício são muito caras, quer porque a sua fabricação requer silício de alta pureza, quer porque se deve partir de mono cristais, cuja fabricação é custosa e relativamente difícil.

Como a potência de um painel fotovoltaico é, em primeira aproximação, proporcional à intensidade da radiação que o atinge, pode-se pensar em concentrar sobre ela a radiação solar, mediante espelhos. O emprego de espelhos parabólicos é o meio mais eficaz para concentrar os raios solares, mas requer o inconveniente de exigir dispositivos de acompanhamento do Sol durante o seu movimento aparente, de modo a manter o refletor constantemente orientado do modo mais correto e conveniente. Tais dispositivos são naturalmente caros e complicados.

Roland Winston, da Universidade de Chicago, propôs a adopção de um colector especial de sua invenção, capaz de reflectir e concentrar numa pequena superfície um elevado percentual dos raios solares incidentes, mesmo quando o eixo do dispositivo não está orientado exactamente para o Sol. Constitui, naturalmente, uma grande simplificação, mesmo que a eficácia do dispositivo seja diminuta.

Devemos lembrar, no entanto, que não se pode concentrar sobre as células uma quantidade excessiva de radiação, porque estas seriam destruídas pela temperatura elevada. Seria tolerável uma concentração de radiação numa razão de 8:1, sem que as células sofram dano por superaquecimento.

Os painéis solares são feitos ligando-se em série e/ou em paralelo um certo número de células, de modo a obter a desejada tensão e corrente.

Mesmo as células fotovoltaicas devem ser acopladas com um sistema de acumuladores, se se quiser obter uma disponibilidade contínua de energia eléctrica.

Os elevados custos destas células só tornam a instalação economicamente justificável em casos particulares, em que estas são as únicas fontes de energia eléctrica. Como, por exemplo, em postos de saúde nas áreas rurais, onde a rede de energia eléctrica não chega.

Outras áreas em que se podem aceitar os altos custos das células fotovoltaicas são a alimentação de repetidores telefónicos e estações de rádio e televisão em zonas isoladas, alimentação de estações de sinalização para navegação aérea e marítima, iluminação e sirenes em plataformas flutuantes não-tripuladas, bóias de telemetria de dados ambientais, etc.

A longo prazo, talvez se possa construir grandes painéis solares, para fornecer energia a ser inserida na rede de distribuição de energia eléctrica. Por exemplo, com referência a radiação solar-padrão de 1 KW/m², e supondo um rendimento de 10%, uma superfície de coleta de 10 km² permitiria uma potência de pico de 1000 MW, que corresponde à potência típica de uma central termoelectrica moderna.

Como os painéis solares geram corrente contínua, esta deve ser convertida em corrente alternada para poder ser inserida na rede de distribuição. Isto seria possível sem grandes dificuldades, mas com sensíveis despesas de implantação.

Deve-se lembrar que em consequência da irregularidade e descontinuidade na radiação solar, a energia fornecida por centrais fotovoltaicas poderia ser utilizada apenas para cobrir a base do diagrama de carga da rede, a menos que se recorra a dispendiosos sistemas de acumulação, análogos aos que são usados para as centrais solares térmicas.

3.2 Os painéis solares de NESTE-NAPS

Os painéis solares fornecidas para as instalações no postos de saúde rurais, representam a tecnologia mais avançada no campo de painéis solares fotovoltaicos, com plaquetas de silício policristalina.

NESTE-NAPS produz quatro tipos de placas solares, denominadas: NP50G, NP50GK, NP100G12 e NP100G24.

As placas NP50G e NP50GK têm 36 células de silício policristalina em série e têm uma capacidade máxima de 50 Watt.

A placa NP100G12 tem 72 células de silício policristalina em duas ligações paralelas de 36 células e tem uma capacidade máxima de 100 Watt.

A placa NP100G24 tem 72 células de silício policristalina numa ligação em série, e tem uma capacidade máxima de 100 Watt.

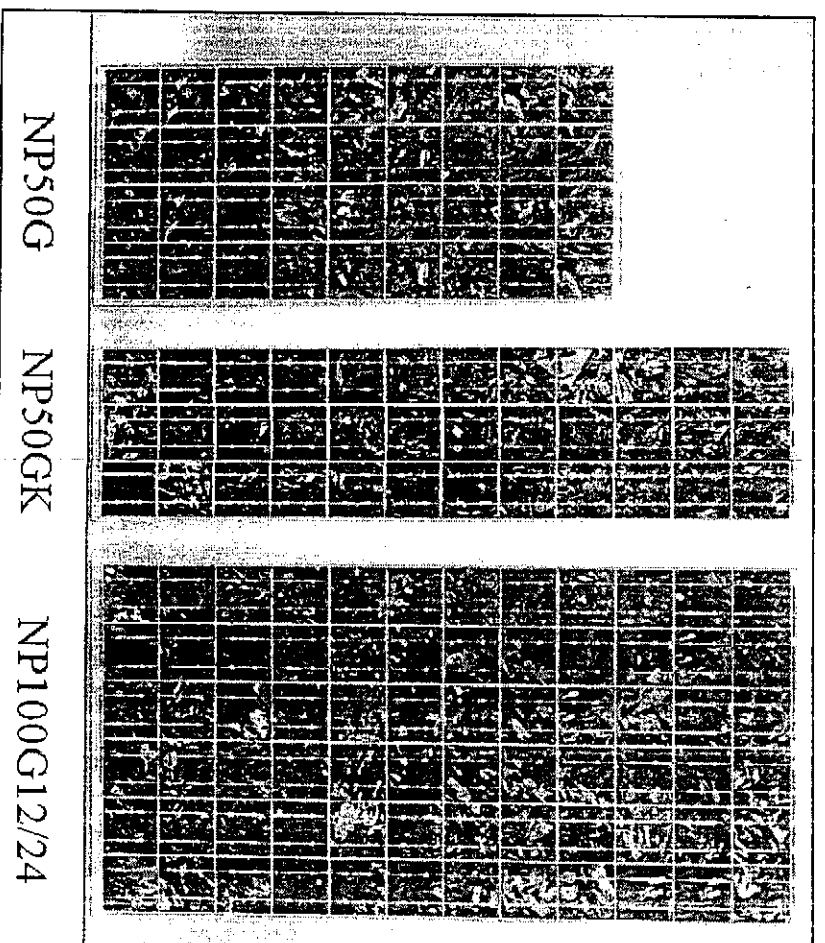


Figura 3.02

ESPECIFICAÇÕES DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉCTRICA					
	NP50G	NP50GK	NP100G12	NP100G24	Unidade
Potência Max	50	50	100	100	Wp
Corrente	3	3	6	3	A
Tensão	16,7	16,7	16,7	33,3	V
Tensão com circuito aberto	21,6	21,6	21,6	43,1	V

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS					
	NP50G	NP50GK	NP100G12	NP100G24	Unidade
Comprimento	1293	985	1293	1293	mm
Largura	330	440	650	650	mm
Espessura	34	34	34	34	mm
Peso	5,2	5,0	9,1	9,1	kg

3.3 Sistemas de Energia Eléctrica com Painéis Solares

Em seguida vêm alguns exemplos de sistemas de energia eléctrica com a aplicação de painéis solares.

O sistema mais simples é aquele em que o sistema onde ligamos um consumidor de corrente DC, por exemplo um motor eléctrico, directamente a um painel solar. No exemplo da figura 3.03 a bomba pode funcionar, apenas quando há sol.

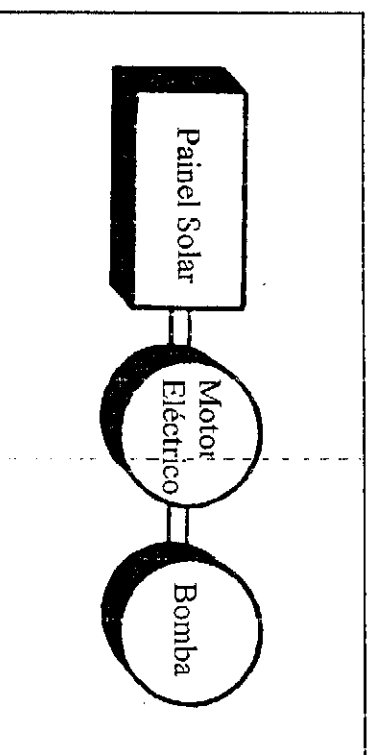


Figura 3.03

No exemplo da figura 3.04 inserimos uma possibilidade de acumulação de energia eléctrica. A bateria fornece uma corrente DC, quando está escuro. O controlador de carga da bateria tem a função de garantir que a bateria seja carregada durante dia.

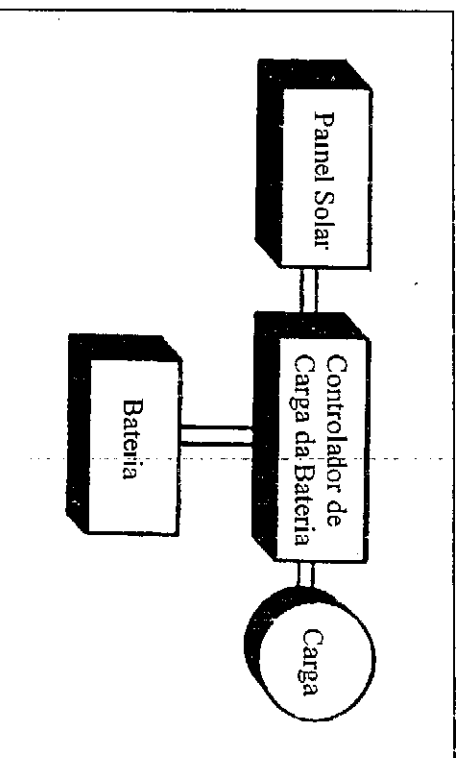


Figura 3.04

O exemplo da figura 3.05, é igual ao sistema da figura 3.04, mas agora com a possibilidade de fornecer corrente AC, através do conversor AC/DC. Este engenho tem uma perda de energia.

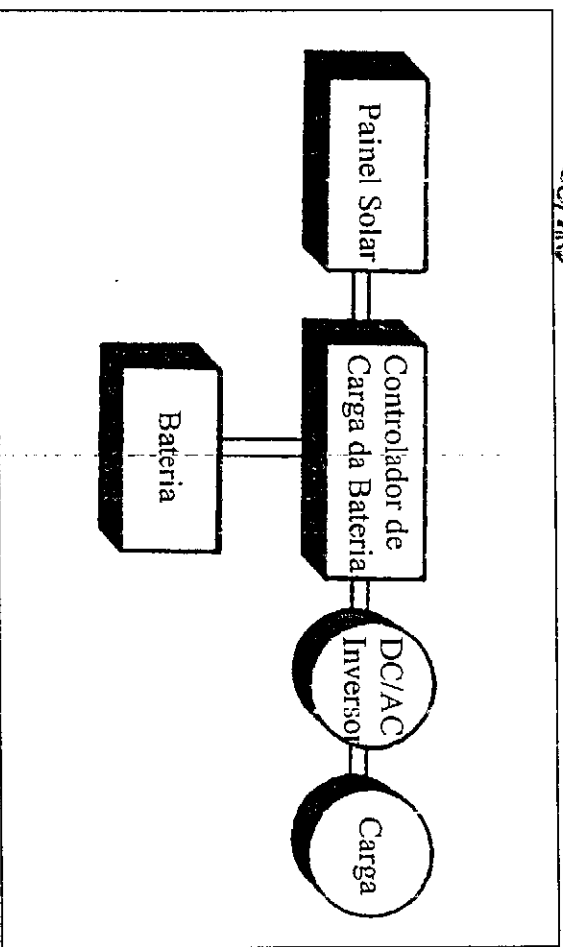


Figura 3.05

Finalmente existe a possibilidade de integrar painéis solares num sistema convencional de fornecimento de energia eléctrica.

Pode-se ver um exemplo na figura 3.06.

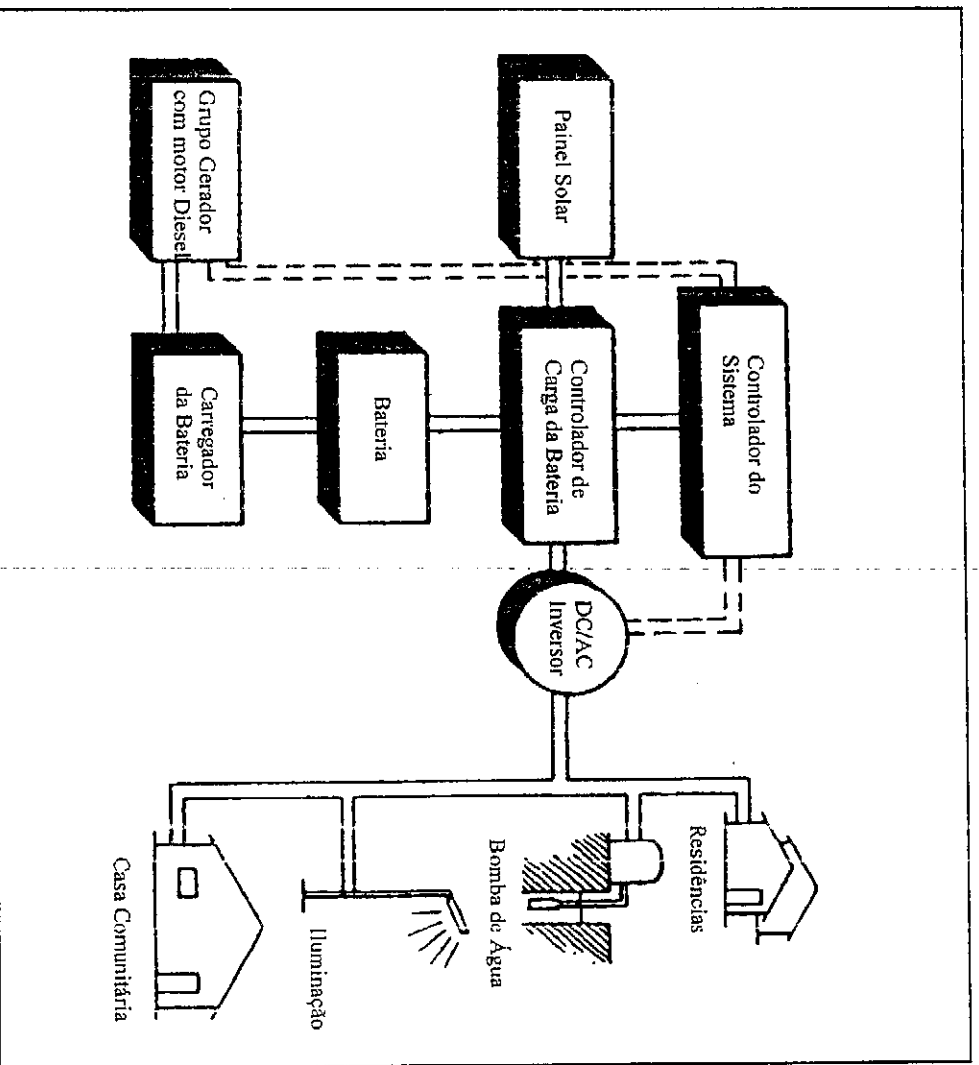
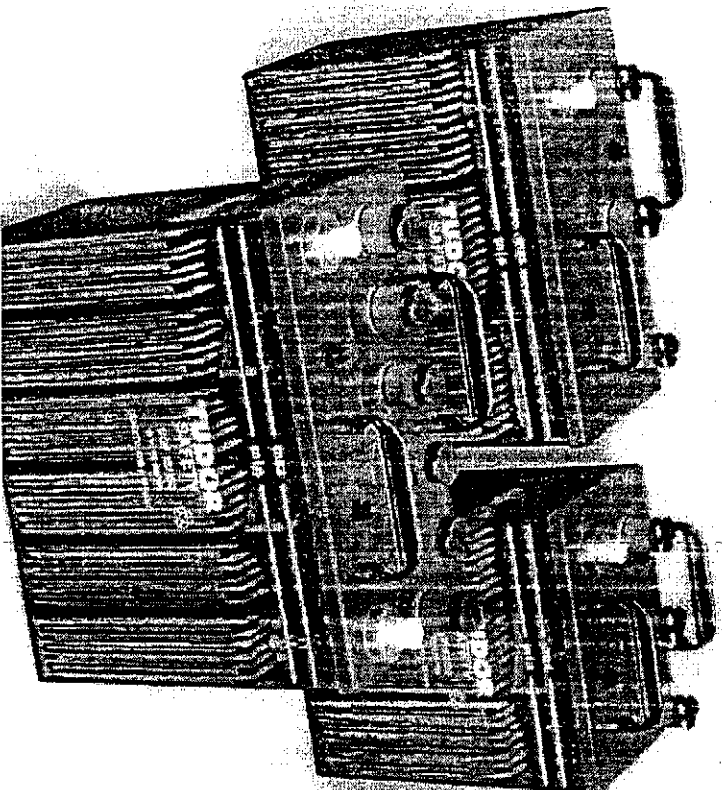


Figura 3.06

Instalação de Sistemas Fotovoltaicos

Capítulo 4



Baterias

4.1 Instrução de Enchimento de Baterias Secas Carregadas

Comece a instalar as baterias de manhã, dado que precisará de começar a carregá-las logo depois que elas tenham sido cheias de ácido. Note que deve ter o aparelho solar instalado antes de começar a instalação das baterias.

Desembulhe primeiro as baterias com cuidado. **NÃO AS LEVANTE** pelos seus polos terminais. Não remova os tampões de transporte das células e os sacos de gel, até que esteja pronto a enchê-las de ácido.

1 - Ver figura 4.01

Remova o tampão de transporte das baterias (cada célula da bateria tem uma) e abra o recipiente do ácido. Os tampões de transporte não serão mais necessários, e podem ser deixadas fora.

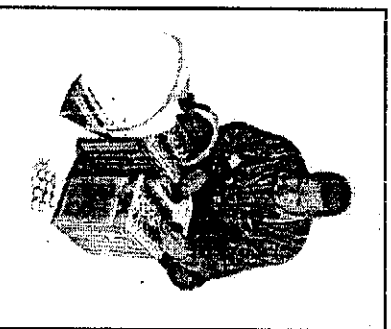


Figura 4.01

2 - Ver figura 4.02 e 4.03

Ajuste a bomba de ácido ao recipiente como mostra as ilustrações.

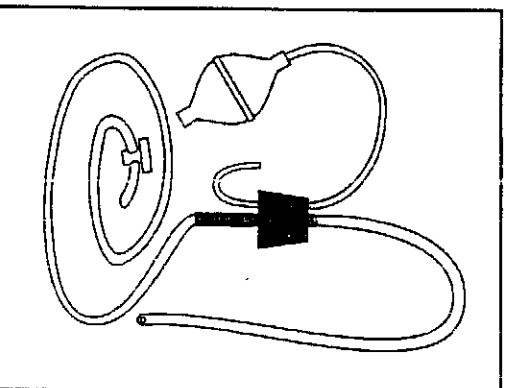


Figura 4.02

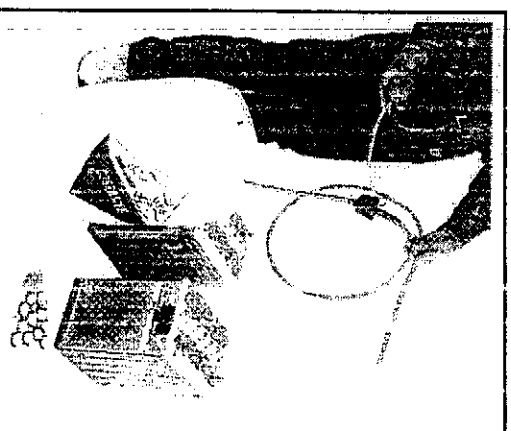


Figura 4.03